

УДК 631.1 : 681.5

А.А. ОМЕЛЬЧУК, Ю.О. ЛЕБЕДЕНКО, О.В. ПОЛИВОДА  
Херсонський національний технічний університет**КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ  
У ІНТЕГРОВАНИХ ПТАШИНИХ І РИБНИХ ГОСПОДАРСТВАХ**

*У статті проводиться дослідження технології інтегрованого птахівництва та рибництва. Аналізуються параметри функціонування, потреби та вимоги до систем управління, що повинні забезпечувати роботу подібних комплексів. Проектується комп'ютеризована система управління комбінованим рибо-качиним господарством. Пропонується оптимальне керування інтегрованим рибо-пташиним господарством з метою мінімізації витрат на керування і енергетичних ресурсів, та забезпечення оптимальних умов вирощування риби та водоплавної птиці. Підкреслюється важливість екологічного вирощування птиці.*

*Ключові слова:* система управління, інтегроване господарство, електродвигун, мережа.

А.А. ОМЕЛЬЧУК, Ю.А. ЛЕБЕДЕНКО, О.В. ПОЛИВОДА  
Херсонский национальный технический университет**КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
В ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ И РЫБОВОДЧЕСКИХ  
ХОЗЯЙСТВАХ**

*В статье проводится исследование технологии интегрированного птицеводства и рыбоводства. Анализируются параметры функционирования, нужды и требования к системам управления, которые должны обеспечивать работу подобных комплексов. Проектируется компьютеризированная система управления комбинированным рыбо-утиным хозяйством. Предлагается оптимальное управление интегрированным рыбо-утиным хозяйством с целью минимизации затрат на управление и энергетических ресурсов, и обеспечения оптимальных условий выращивания рыбы и водоплавающей птицы. Подчеркивается важность экологического выращивания птицы.*

*Ключевые слова:* система управления, интегрированное хозяйство, электродвигатель, сеть.

A. A. OMELCHUK, YU.O. LEBEDENKO, O.V. POLYVODA  
Kherson National Technical University**COMPUTERIZED CONTROL SYSTEM FOR INTEGRATED  
POULTRY AND FISH FARMING**

*Today one of the priority branches of the country's economy is a cattle breeding. However, at the same time, this department continues its development and requires modern solutions in many areas, including automation of production. It is known that modern agrocomplexes that are saturated with highly effective control systems are more energy efficient, productive, and therefore more competitive. The article explores such a direction as poultry farming, namely the breeding of ducks in combination with fish farming, known as integrated farming. The parameters of functioning, needs and requirements to control systems that should*

*ensure the operation of such complexes are analyzed. A computerized control system for a combined fish and duck farm is being designed. The importance of ecological growing of poultry is underlined. Together with fish, mostly ducks are grown, less often geese. Combined fish and duck farm makes it possible to more fully use the forage resources of water bodies by obtaining two types of products - fish and poultry, as well as to obtain more food products from a unit area at a relatively low cost. For the automation of production processes in the keeping of poultry and fish, a certain set of equipment is used to ensure normal living conditions of animals.*

*The optimal control of the integrated fish and duck farm must be carried out in order to minimize the costs of management and energy resources, and to ensure optimal conditions for the cultivation of fish and waterfowl. To use the methods of the theory of optimal control, a model of an object in a state space is proposed. On the basis of the analysis, operational parameters were identified, which the control system must monitor to ensure efficient operation of the complex. A structure of the computerized control system for combined farming was developed. It is noted that the ecological breeding of bird with the possibility of walking has significant advantages, which consist in the quality of the meat of poultry and feathers. In addition, retention in cages is unnatural and harmful to birds, and especially for waterfowl.*

*Key words: control system, integrated production, electric motor, network.*

### **Постановка проблеми**

На сьогодні однією з пріоритетних галузей господарства держави є тваринництво. Однак, разом з тим, тваринництво продовжує свій розвиток і потребує сучасних рішень у багатьох областях знань, зокрема, і в автоматизації виробництва. Відомо, що сучасні агрокомплекси, що насичені високоефективними системами керування більш енергоефективні, продуктивні, а тому – більш конкурентоспроможні. У статті досліджується такий напрямок, як птахівництво, а саме розведення качок у комплексі з риборозведенням, відоме як інтегроване рибо-пташине господарство [1].

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Спільно з рибою вирощують в основному качок, рідше – гусей. Комбіноване рибочакине господарство дозволяє більш повно використовувати кормові ресурси водойм за рахунок отримання двох видів продукції – риби і птиці, та, до того ж, отримувати більше харчової продукції з одиниці площі при відносно низьких витратах.

На рис. 1 наведені декілька альтернативних порід качок. Для вирощування спільно з рибою зазвичай використовують качок пекінської породи (рис. 1, а), а також промислових гібридів. Для спільного вирощування з рибою використовують каченят у віці від трьох-чотирьох тижнів. З цього віку вони починають добре переносити добові коливання температури і можуть переходити на воду. На водойму висаджують міцних каченят з живою масою не нижче 0,5-0,8 кг. Через кожні сім днів після висадки проводиться контрольне зважування каченят і порівняння їх живої маси з нормативними показниками. Підвищення ефективності спільного вирощування риби та водоплавної птиці обумовлюється наступними факторами:

- качки не є конкурентами в харчуванні основним видам риби і поїдають, крім рослинності, пугловків, дрібних жаб і їх ікру, які є конкурентами в харчуванні вирощуваних риби;
- качки поїдають м'яку підводну і плаваючу рослинність і сприяють очищенню водойми, збільшенню прозорості води;
- качиний послід – це органічне добриво, багате сполуками азоту, фосфору, калію, кальцію, мікроелементами, значна частина яких міститься у вигляді водорозчинних форм, доступних для засвоєння фіто-, зоопланктоном і донними організмами, що у свою чергу є їжею для риби.



а) Пекінська качка



б) Сіра українська качка



в) Мускусна качка



г) Індійський бігунок

**Рис. 1. Різноманіття порід домашніх качок.**

Не всі категорії ставків можуть бути використані для вигулу качок, а тільки нагульні. Пов'язано це з тим, що в малькових, вирощувальних або нерестових ставках качки можуть заковтувати молодь риб.

Разом з качками вирощують коропа, як в монокультурі, тобто одного, без інших видів риб, так і спільно з білим і строкатим товстолобиком, а також їх гібридами (рис. 2).



а) Білий товстолобик



б) Короп

**Рис. 2 - Породи риб, що можуть вирощуватися спільно з качками**

Проблемами технологічних процесів у пташнику та розробками спеціалізованих систем управління технологічними процесами та енергозбереженням займалися такі дослідники, як І.І. Мартиненко, В.П. Машевський та інші. Продуктивність птиці протягом періоду її утримання змінюється у першу чергу з віком та під впливом температури. Температура в пташнику впливає також на масу яєць та їх якість, споживання птицею кількості корму, води та її самопочуття. При зниженні температури в приміщенні зменшується несучість птиці, збільшується витрата кормів на виробництво яєць і м'яса. При підвищеній температурі несучість також знижується, птиця споживає більше води, і співвідношення між кормами і водою зростає [2].

### **Мета дослідження**

Метою роботи є дослідження технологічного процесу при комбінованому розведенні водоплавної птиці і риби, з подальшою розробкою на його основі комп'ютеризованої системи управління в інтегрованих пташних і рибних господарствах.

### **Викладення основного матеріалу дослідження**

Для автоматизації виробничих процесів в пташнику при утриманні птиці використовується певний комплекс обладнання, призначений для забезпечення нормальних умов життєдіяльності качок.

У комплекс входить: ланцюговий кормороздавач з спіралью-гвинтовим завантажувальним транспортером, бункер з шнеком, односторонні двосторонні групові гнізда, що обладнані транспортером для збирання яєць. Основна проблема в регулюванні вологості і температури - забезпечити найкраще сприятливе середовище для харчування домашньої птиці. Контроль вологості також є важливим інструментом для запобігання поширенню хвороб. Зазвичай відносна вологість не повинна перевищувати 60%. Температура і вологість є взаємопов'язаними між собою параметрами. Моніторинг і контроль птахівничої ферми можна розділити на три основні завдання: вимір, розрахунок і коректування. Виміряні значення кліматичних змінних спочатку перетворюються з аналогового вигляду в цифровий, а потім передаються на комп'ютер. Через несприятливе середовище і високу вологість, центральний вузол зазвичай розташований поза птахофабрикою. Сигнал, що генерується датчиками, зазвичай слабкий, тому для підвищення потужності сигналу необхідно використовувати підсилювач. Передбачається використовувати бездротову мережу датчиків, в якій дані передаються на вузол базової станції (приймача), який підключений до комп'ютера. Сигнал може передаватися за допомогою вузлів-маршрутизаторів, якщо відстань між вимірювачами і центральним вузлом управління перевищує довжину однієї радіолінії. Для забезпечення потрібного повітрообміну і створення необхідного температурного режиму у пташнику використовується комплекс вентиляційного обладнання. Задані величини температури і повітрообміну повинні автоматично підтримуватися зміною частоти обертання двигунів витяжних вентиляторів при відхиленні температури повітря у вентиляційному приміщенні від встановленого значення. Також потрібно забезпечувати гаряче водопостачання для потреб технологічного процесу у пташнику.

Для автоматизації рибного господарства так само потрібно контролювати ключові параметри, а саме: вміст кисню, рівень рН, температуру води в системі, освітлення, рівень та швидкість водо-обороту води. У комп'ютеризовану систему управління вводяться максимальні і мінімальні значення показників вмісту кисню, рН, температури. У разі зниження показників до мінімального значення подається команда на включення системи оксигенації. Регулювання рН здійснюється увімкненням насоса, що подає воду в ємність з розчином лугу. Апаратно-програмний комплекс системи управління веде архів, що містить дані за кілька років. Таким чином, користувачеві надаються графіки звітних періодів від доби до року за будь-яким з параметрів. У програмному забезпеченні передбачається віддалений доступ до програмного забезпечення через мережу Інтернет з можливістю повідомлення через електронну пошту, Інтернет, смс-повідомлення про виникнення критичних та аварійних ситуацій. Система також повинна мати у своєму складі функцію автоматичного годування. Додатково комплекс автоматизації може керувати рівнем солі в системі, процесом змішування води з різних водойм, підрахунком риби в кожному з ставків.

Враховуючи специфіку сільськогосподарського виробництва застосовуються електродвигуни тривалого S1, короткочасного S2, повторно-короткочасного режиму роботи S3. На прикладі вентилятора розглянемо розрахунок і вибір електродвигуна по

потужності, частоті обертання, електричній модифікації, кліматичному виконанні, часу розгону, допустимій температурі нагріву.

Механічна характеристика робочої машини:

$$M_c = M_{co} + (M_{cn} - M_{co}) \cdot \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^2, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (1)$$

де  $M_{co}$  – момент рушення для машин з легким пуском,  $M_{co} = 0,1M_n$ , Н·м;

$M_{cn}$  – номінальний момент, який визначається по існуючому двигуну;

$\omega$  – значення кутової швидкості,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\omega_n$  – номінальна кутова швидкість,  $\text{с}^{-1}$ ;

Визначаємо потужність вентилятора:

$$P_{розр.} = \frac{L_\epsilon \cdot H_\epsilon \cdot 10^{-3}}{3,6 \cdot \eta_\epsilon \cdot \eta_{пер.}}, \text{ кВт}, \quad (2)$$

де  $P_{розр.}$  – розрахункова потужність вентилятора, кВт;

$\eta_{пер.}$  – ККД передачі;

$H_\epsilon$  – напір, м;

$\eta_\epsilon$  – ККД вентилятора,  $\eta_\epsilon = 0,55$ ;

$L_\epsilon$  – продуктивність вентилятора,  $\text{м}^3/\text{год.}$

Подачу повітря розраховують за наступною формулою:

$$L_\epsilon = K_z \cdot L_{nut.}, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (3)$$

де  $K_z$  – кількість голів, гол.;

$L_{nut.}$  – норма подачі повітря, яка приходить на один вентилятор.

Оптимальне керування інтегрованим рибо-пташиним господарством необхідно здійснювати з метою мінімізації витрат на керування і енергетичних ресурсів, та забезпечення оптимальних умов вирощування риби та водоплавної птиці [3]. Використання методів теорії оптимального керування припускає наявність моделі об'єкту в просторі станів у вигляді

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t), \quad \mathbf{y} = \mathbf{g}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t), \quad (4)$$

де  $\mathbf{x}$  – вектор станів об'єкта;  $\mathbf{u}$  – вектор керуючих впливів;  $\mathbf{f}$  – вектор, як правило, нелінійних залежностей;  $\mathbf{y}$  – вектор виходу.

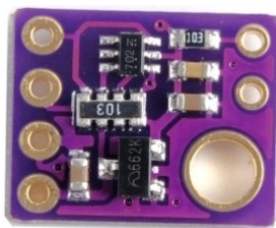


Вектор виходу, що характеризує структуру системи моніторингу, доцільно формувати з урахуванням умов вирощування та утримання водоплавної птиці та риби у вигляді

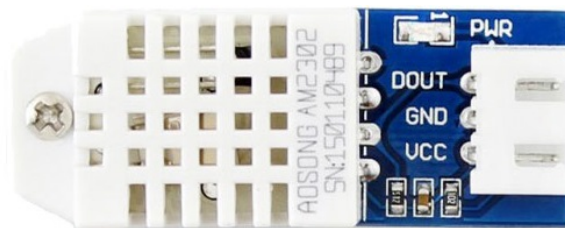
$$\mathbf{y} = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} & y_{14} & y_{15} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} & y_{24} & y_{25} \end{pmatrix}^T \quad (5)$$

де  $y_{11}$  – рівень наповнення годівниці птахів,  $y_{12}$  – температура повітря,  $y_{13}$  – вологість повітря,  $y_{14}$  – рівень концентрації  $\text{CO}_2$ ,  $y_{15}$  – положення птахів,  $y_{21}$  – рівень води у водоймі,  $y_{22}$  – температура води,  $y_{23}$  – рівень кисню,  $y_{24}$  – прозорість води,  $y_{25}$  – положення риби.

Пропонується задіяти мережу з наступних видів датчиків у системі управління (рис. 3). Цифровий датчик освітленості GY-302 на чіпі BH1750 призначений для вимірювання фонового освітлення. Має високу чутливість і поширений послідовний інтерфейс I2C. Модуль датчика температури і вологості підвищеної точності DHT22, у який інтегровано необхідні додаткові компоненти для підключення датчика до мікроконтролеру.



а) датчик освітленості GY-302



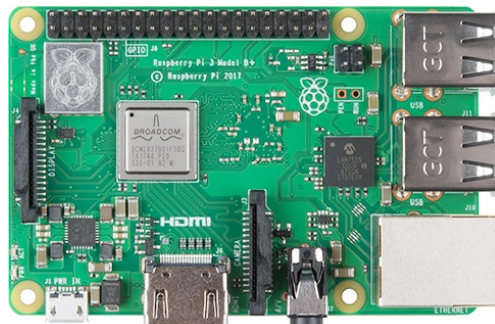
б) датчик вологості повітря DHT-22



в) інфрачервоний датчик руху



г) інфрачервоний вимірювач концентрації  $\text{CO}_2$

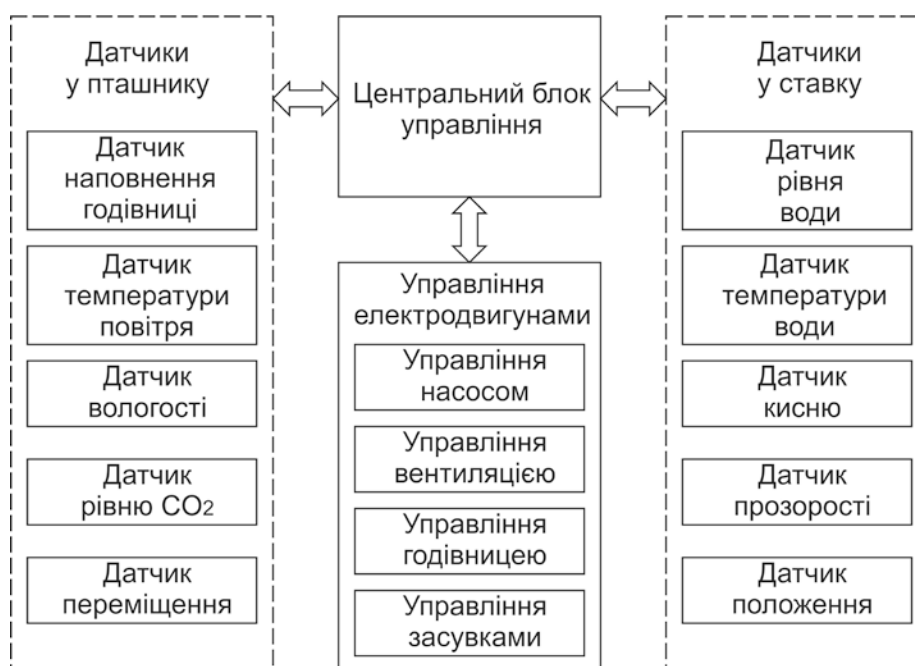


д) міні-комп'ютер Raspberry Pi

Рис. 3. Датчики у системі управління.

Підходить для підключення як до контролерів Arduino так і до інших мікроконтролерів з напругою логічних рівнів 5 В і 3.3 В. Інфрачервоний датчик руху для Arduino і інших мікроконтролерів дозволяє виявляти рух тварини на відстані до 7 метрів. Інфрачервоний вимірювача концентрації CO<sup>2</sup> MH-Z19B (рис. 3, г) призначений для кількісного визначення питомого вмісту вуглекислого газу в повітрі. Датчик має два вихідних інтерфейсу, температурну компенсацію, високу лінійність і мале енергоспоживання. У якості центрального блоку управління пропонується застосовувати Raspberry Pi 3 B+ (рис. 3, д).

Структура системи управління наводиться на рис. 4.



**Рис. 4. Структура комп'ютеризованої системи управління.**

Порівняння умов утримання птиці наведено на рис. 5.



а) у клітках



б) з можливістю виходу

**Рис. 5. Умови утримання птиці.**

Зазначимо, що екологічне утримання птиці з можливістю виходу має істотні переваги, які виявляються у якості отриманого м'яса птиці, пуху, пера. Крім того, утримання у клітках є неприродним та шкідливим для птиці, і особливо для водоплавної.

### **Висновки**

У статті у першому наближенні досліджується технологічний процес інтегрованого птахівництва та рибиництва. На основі проведеного аналізу виділені робочі параметри, які має контролювати система управління, щоб забезпечити ефективну роботу комплексу. Розроблена структурна комп'ютеризована система управління комбінованим рибомисливством господарством. Окремо зазначається необхідність екологічного вирощування птиці, з можливістю вільного пересування і доступом до водойми.

### **Список використаної літератури**

1. Андрющенко А.І. Ставові рибиництва / А.І. Андрющенко, С.І. Алімов — Харків: Вид. центр НАУ., К.: Оберіг, 2008. — 635 с.
2. Віхрова Л.Г. Автоматизована енергоощадна система управління параметрами температурного режиму пташника / Л.Г. Віхрова, Р.П. Ткаченко, А.В. Рибаченко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. — 2010. — № 23. — С. 183–188.
3. Омелчук А.А. Проблеми узгодженого керування складною електромеханічною системою / А.А. Омелчук, Ю.О. Лебеденко, Г.В. Рудакова // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — К.: НУХТ, 2013. — № 49. — С. 19–23.

### **References**

1. Andriushchenko, A. I., Alymov, S. I. Stavove rybnyststvo. Vyd. tsentr NAU. Kharkiv. Oberih. Kyiv. (2008)
2. Vikhrova, L. H., Tkachenko, R. P., Rybachenko, A. V. Avtomatyzovana enerhooshchadna systema upravlinnia parametramy temperaturnoho rezhymu ptashnyka. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia. **23**, 183-188. (2010)
3. Omelchuk, A. A., Lebedenko, Yu. O., Rudakova, H. V. Problemy uzghodzhenoho keruvannia skladnoiu elektromekhanichnoiu systemoiu. Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii. **49**, 19-23. (2013)